

指数表現を用いた閉リンク機構を含むツリータイプシステムの ダイナミクスの導出

60200040 川口直人

発表日 2019 年 10 月 10 日

1 先生質問

1.1 (土橋先生) 冗長性を制御する以前とした後では何が違うのか

冗長性を制御する以前は、制御変数のみをコントローラーとして入力していたのですが、現在は制御変数に加えて、一部の関節の角度もコントローラーとして入力しています。これにより、冗長性も制御できるようになっています。

1.2 (中村先生) 閉リンクを Exponential coordinates で解く際の問題と、冗長性の問題は同じ問題なのか

違う問題だと捉えています。閉リンクを Exponential coordinates で解く際の問題は、Exponential coordinates 上の問題であり、冗長性問題は閉リンク機構上での問題となります。

1.3 (中嶋先生) 拘束条件を用いないダイナミクスと、以前の拘束条件を用いるダイナミクスだと同じ式に見えるのだが、どうか

確かに、拘束条件を用いないダイナミクスと用いるダイナミクスは式という点では同じ式と言えます。しかし、拘束条件を用いる場合は拘束力の計算も同時に行う必要があります。また、この拘束力の計算はかなり複雑な計算となっています。拘束条件を用いない場合は拘束力の計算を行う必要がなくなるので、この点で利点があると言えます。

2 学生質問

2.1 DH パラメータが直感的に行えないとのことでしたが、シミュレーションでも試行錯誤的にならないのか

DH パラメータでは、初めにパラメータを設定し、設定したパラメータを用いてシミュレーションで運動方程式を計算します。なので、シミュレーション上では定数として処理されるので問題などは起きません。また、設定が直感的に行えないという点に関しては、DH パラメータはある座標のパラメータを決定する際、一つ前の座標から見た位置や角度をパラメータとして決定します。これは、システムを与えられたときに、直感的に決めれるものではないので、直感的ではないと表現しています。

2.2 提案手法までに苦労したことはどこか

ここでいう提案手法は、システムの冗長性を制御する手法と認識してお答えしますが、今回、冗長性を制御する手法として、幾何学的な条件（内角の和）や特異値分解など様々な方法について考えていたので、順運動が最適なのではないか思い至るまでの道のりが最も苦労しました。

2.3 シミュレーションで目標値に収束するまでのパターンが複数ある場合は何を基準に一つに決めているのか

仰る通り、目標値までの制御位置の軌道をというのは複数存在します。シミュレーションの計算ソフトとして、今回は Matlab を用いているのですが、軌道の選択は Matlab の計算で自動的に決定しています。

2.4 複雑なシステムとは具体的にどのようなものか

複雑なシステムとは、システムを構成するリンクと関節の数が多いものを対象としています。具体例としては、現実には存在する閉リンク機構を含んだシステムである、スチュワートプラットフォームです。

2.5 今回は二次元のシミュレーションだったが、三次元でも同じように適用できるのか

今回、シミュレーションは冗長性の制御の確認として用いていたので、冗長性の制御が三次元の場合でも適用できるのかという質問としてお答えします。冗長性の制御を行う要素として順運動学を用いたのですが、これは三次元に拡張する場合、二次元の場合とほとんど変わらないため同じように適用できると考えています。

2.6 この研究はどのようなことに応用できるのか

閉リンク機構を用いたシステムをして、スチュワートプラットフォームというものがあるのですが、これは6つのアクチュエータを用いて、システムの上部にある天板の位置傾きを制御するものとなっております。このシステムは医療分野における、内視鏡の先のカメラを制御することに応用できるのではないかと考えています。

2.7 拘束条件とはどのようなものか

閉リンク機構の関節を仮想的に切除し、仮想的なツリータイプシステムとして運動方程式を計算するのですが、仮想的に切除したということを考慮すると、切除した際にできるリンクのそれぞれの端点の速度が一致するという拘束条件を考えています。

2.8 閉リンクの Chain 行列が定義できた場合、どの機構にも適応可能となるのか

閉リンク機構のみだと不十分だと考えています。発表の中でも示していたのですが、閉リンク機構の他に、ロボットが壁や地面に固定されない Floating base という機構が存在しています。これは、自動歩行ロボットなどが該当します。私は、閉リンク機構と Floating base の2つの機構が定義できれば、現実には存在するどのような機構に対しても、適応可能となると思います。

2.9 シミュレーションの良し悪しは見た目の判断のみか

まず、見た目からシミュレーションが目でわかる範囲で良し悪しを判断しますが、目標値へ上手く収束しているのか、または拘束できているのかは数値で確認を行っています。

2.10 DH パラメータと Exponential coordinates の計算コスト面での差はあるのか

DH パラメータと Exponential coordinates はどちらも運動方程式の計算に数列のような形をとっており、計算コスト面での差はないと思います。DH パラメータと Exponential coordinates の違いは、最初にパラメータを決定する際、Exponential coordinatesの方が簡単に決定できるという優位性があります

2.11 シミュレーションで用いた機構のロボットは実在するのか

今回用いたシステムは冗長性の確認のために簡単な機構に対してシミュレーションを適用しましたが，特に存在している機構を参考にしたわけではないので，実在はしないと思います．